

12

⑤<sup>1</sup> Int. Cl.<sup>5</sup>: **B06B 1/16**

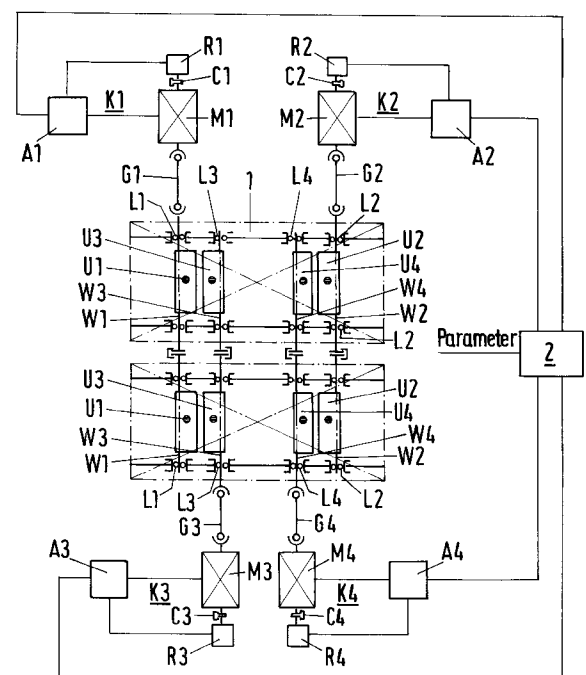
⑦2 Erfinder : **Anderl, Manfred**  
**Taufwinkel 7**

**W-5909 Burbach (DE)**  
Erfinder : **Bogun, Gerhard**  
**Wiesenstrasse 22**

**W-5243 Herdorf (DE)**  
Erfinder : Burkhard, Winfried  
Wendener Strasse 12  
**W-5963 Wenden-Hünsborn (DE)**

⑦4 Vertreter : Dörner, Lothar, Dipl.-Ing.  
Stresemannstrasse 15  
W-5800 Hagen 1 (DE)

Fig.2



Technisches Gebiet:

Die Erfindung betrifft eine Rüttelvorrichtung mit einem Rütteltisch, mit in dem Rütteltisch angeordneten, angetriebenen und mit je einem Unwuchtkörper versehenen Unwuchtwellen, die paarweise einander zugeordnet sind, und mit einer Stelleinrichtung, über die die Rüttelfrequenz und die Winkellage der Unwuchtkörper zueinander veränderbar ist.

Eine verstell- und regelbare Rüttelvorrichtung der genannten Art dient dem Zweck, Betonelemente bei ihrer Produktion optimal zu verdichten. Dies wird erreicht durch programmgesteuerte Anpassung der Betriebsparameter der Rüttelvorrichtung an die produktspezifischen Erfordernisse während des Produktionsvorganges.

Stand der Technik:

Für die Programmsteuerung finden sich im Stand der Technik folgende Lösungen: Eine mechanische Verstellung einer Unwuchtmasse aus der Nulllage bis zu einem Maximalwert erfolgt bei Außen- oder bei Gegenlaufvibratoren dadurch, daß auf den Unwuchtwellen querbewegliche Zahnspangen angeordnet sind, die über eine schrägverzahnte Schubstange mit einer außerhalb des Vibrators befindlichen Stelleinrichtung verbunden sind (DE-Zeitschrift "Betonwerk + Fertigteil-Technik" Heft 10/1988 S. 48 bis 50). Eine Phasenverstellung ist mittels eines elektromechanisch verstellbaren Überlagerungsgetriebes (DE 37 08 922 A1); oder mittels eines Phasenverstellgetriebes möglich (DE 37 09 112 C1).

Darstellung der Erfindung:

Der Erfindung liegt folgende Überlegung zugrunde: Optimal erfolgt die Verdichtung von Betonelementen mit einer Rüttelvorrichtung, wenn folgende Verstell- und Regelaufgaben gelöst werden:

- a) Veränderung der Rüttlerfrequenz durch Änderung der Rüttlerwellendrehzahl;
- b) Veränderung der Rüttelkraft zwischen Null und Maximum durch Phasenverstellung von mindestens zwei umlaufenden Unwuchtmassen zueinander;
- c) Veränderung der Schwingungsamplitude durch Kombination der unter a) und b) genannten Maßnahmen.

Danach liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, bei einer Rüttelvorrichtung der eingangs genannten Art die zur Erzeugung des optimalen Rüttel-effektes erforderliche Anpassung der Betriebsparameter nach einem neuen Prinzip durchzuführen. Gemäß der Erfindung wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß jede Unwucht-welle einzeln durch einen Motor angetrieben ist, der mit vorgegebener Drehzahl im Gleichlauf mit den anderen Motoren umläuft, und als Stelleinrichtung ein elektronischer Regler vorgesehen ist, über den jeder Motor winkelsynchron so regelbar ist, daß zur Änderung der Rüttelfrequenz die Drehzahl der Unwuchtwellen und zur Änderung der Winkellage der Unwuchtkörper zueinander die Drehzahl zumindest der einen der beiden einander zugeordneten Unwuchtwellen kurzzeitig veränderbar ist.

Bei der Erfindung wird die Synchronisierung der einzelnen Unwuchtwellen durch eine elektronische, winkelsynchrone Regelung der Unwuchtantriebe erreicht. Die Intensität des Rüttel-effekts wird gesteuert durch eine elektronische Veränderung des Rotorlagewinkels der einzelnen Unwuchtantriebe zueinander.

Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen beschrieben.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen:

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird nachfolgend im einzelnen beschrieben. Es zeigen in der Darstellung mit Schaltsymbolen

Fig. 1 einen Rütteltisch mit vier Unwuchtwellen und Einzelantrieb für jede Welle;

Fig. 2 einen zweiteiligen Rütteltisch mit acht Unwuchtwellen, von denen je zwei Wellen miteinander gekuppelt sind, und mit Einzelantrieb für jede Welle, wobei auch der Regelkreis für die Einzelantriebe dargestellt ist;

Fig. 3 einen zweiteiligen Rütteltisch mit acht Unwuchtwellen und Einzelantrieb für jede Welle;

Fig. 4 die Wirkungsweise der Phasenverstellung der Unwuchtmassen;

Fig. 5 als Ausschnitt aus Fig. 2 den Regelkreis für einen der Einzelantriebe mit Angabe des Signalfusses.

Weg zur Ausführung der Erfindung:

Vier in einem Rütteltisch 1 angeordnete Unwuchtwellen W1 bis W4 werden einzeln durch zugeordnete Motoren M1 bis M4 über Gelenkwellen G1 bis G4 angetrieben. Die Unwuchtwellen W1 bis W4 sind mit Hilfe von Wälzlager L1 bis L4 in dem Rütteltisch 1 gelagert. Mit jedem Motor M1 bis M4 ist über eine Kupplung C1 bis

C4 ein Resolver R1 bis R4 mechanisch verbunden. Kupplungen sind auch zwischen den Wellen des zweiteiligen Rütteltisches 1 in Fig. 2 vorgesehen. Jeder Motor M1 bis M4 und jeder Resolver R1 bis R4 ist elektrisch mit einem Antriebsumrichter A1 bis A4 verbunden, der Bestandteil eines Motorregelkreises K1 bis K4 ist. Den Motorregelkreisen K1 bis K4 übergeordnet ist ein Rotorlagerregler 2.

Alle vier Motoren M1 bis M4 drehen ständig mit vorgegebener Drehzahl in absolutem Gleichlauf. Auf den Wellen befestigte Unwuchtkörper U1 bis U4 stehen so zueinander, daß sich die Zentrifugalkräfte gegenseitig aufheben und keine Rüttelwirkung vorhanden ist - Fig. 4, Bild 1 -. Soll gerüttelt werden, ist eine Phasenverstellung der Unwuchtkörper U1 bis U4 auf einen Wert notwendig, der der gewünschten Rüttelwirkung entspricht. Dies geschieht in der Weise, daß die Motoren M3 und M4 kurzzeitig mit verringerter Drehzahl gegenüber den Motoren M1 und M2, aber im Gleichlauf miteinander drehen, bis die gewünschte Phasenverstellung erreicht ist - Fig. 4, z.B. 100% in Bild 3 und 70% in Bild 2 -, um dann sofort wieder mit der gleichen Drehzahl wie die Motoren M1 und M2 zu rotieren, sodaß die eingestellte Lage der Unwuchten U1 bis U4 für die Dauer des Rüttelvorgangs erhalten bleibt. Die Rückstellung in die Nullage erfolgt in entgegengesetzter gleicher Weise. Die in Fig. 3 dargestellte Anordnung ermöglicht den gleichzeitigen Betrieb der Rütteltischhälften mit unterschiedlichen Frequenzen und Rüttelkräften.

Jede Unwuchtwellen W1 bis W4 ist einzeln durch einen der Motoren M1 bis M4 angetrieben. Der Motor M1 bis M4 läuft mit vorgegebener Drehzahl im Gleichlauf mit den anderen Motoren um. Als Stelleinrichtung, über die die Rüttelfrequenz und die Winkellage der Unwuchtkörper U1 bis U4 zueinander veränderbar ist, ist ein elektronischer Regler vorgesehen. Über den elektronischen Regler ist jeder Motor M1 bis M4 winkelsynchron so regelbar, daß zur Änderung der Rüttelfrequenz die Drehzahl der Unwuchtwellen W1 bis W4 und zur Änderung der Winkellage der Unwuchtkörper U1 bis U4 zueinander die Drehzahl zumindest der einen der beiden einander zugeordneten Unwuchtwellen W1 bis W4 kurzzeitig veränderbar ist.

Die Unwuchtkörper U1 bis U4 einander zugeordneter Unwuchtwellen W1 bis W4 weisen eine Winkellage von 180° zueinander auf. Über den einen der beiden einander zugeordnete Unwuchtwellen W1 bis W4 antreibenden Motoren M1 bis M4 ist die eine Unwuchtwellen kurzzeitig mit verringerter Drehzahl, nach Erreichen der von 180° abweichenden, gewünschten neuen Winkellage wieder mit derselben Drehzahl angetrieben wie der die zugeordnete Unwuchtwellen antreibende Motor.

Die Regelung der Motoren M1 bis M4 ist über die Motorregelkreise K1 bis K4 und den Rotorlagerregler 2 vorgenommen. Die Rotorlagerregelung ist den Motorregelkreisen K1 bis K4 übergeordnet. Jedem Motor M1 bis M4 sind einer der mechanisch gekuppelten Resolver R1 bis R4 und als Bestandteil eines der Motorregelkreise K1 bis K4 einer der Antriebsumrichter A1 bis A4 zugeordnet. Der Antriebsumrichter A1 bis A4 verändert in Abhängigkeit von Ausgangssignalen  $\sin\omega t$  und  $\cos\omega t$  aus dem Resolver R1 bis R4 und Sollwertsignalen aus dem Rotorlagerregler 2 über die Betriebsfrequenz  $f$  die Drehzahl des Motors M1 bis M4. Dem Rotorlagerregler 2 sind aus den Motorregelkreisen K1 bis K4 Istwerte der Rotorlagen der Motoren M1 bis M4 und Betriebsparameter zugeführt. Zu den Betriebsparametern gehören beispielsweise Sollwinkel, Rütteldauer und Stellzeit.

Einer der Motoren M1 ist als Leitantrieb, die übrigen Motoren M2 bis M4 sind als Folgeantriebe vorgesehen. Für den Leitantrieb ist in Abhängigkeit von der gewählten Drehzahl eine feste Sollwertvorgabe vorgesehen, und der Sollwert für die Folgeantriebe wird über einen PI-Stellalgorithmus aus deren Abweichung von der Sollage errechnet ist. Der PI-Stellalgorithmus lautet:

40

$$Y_n = \left[ X_{dn} + \frac{T_A}{T_N} \sum_{i=1}^n X_{di} + \frac{T_V}{T_A} (X_{dn} - X_{dn-1}) \right] \cdot K_p$$

45

mit

 $Y_n$  = Stellgröße für den Zyklus  $n$  $X_{dn}$  = Regeldifferenz im Zyklus  $n$ 50  $X_{dn-1}$  = Regeldifferenz im Zyklus  $n-1$  $T_A$  = Abtastzeit $T_N$  = Nachstellzeit $T_V$  = Vorhaltezeit $K_p$  = Proportionalkonstante.

55

Gewerbliche Verwertbarkeit:

Die Erfindung ist gewerblich verwertbar bei der Produktion von Betonelementen, die verdichtet werden.

## Patentansprüche

1. Rüttelvorrichtung mit einem Rütteltisch (1), mit in dem Rütteltisch (1) angeordneten, angetriebenen und mit je einem Unwuchtkörper (U1 bis U4) versehenen Unwuchtwellen (W1 bis W4), die paarweise einander zugeordnet sind, und mit einer Stelleinrichtung, über die die Rüttelfrequenz und die Winkellage der Unwuchtkörper (U1 bis U4) zueinander veränderbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß jede Unwuchtwellen (W1 bis W4) einzeln durch einen Motor (M1 bis M4) angetrieben ist, der mit vorgegebener Drehzahl im Gleichlauf mit den anderen Motoren umläuft, und als Stelleinrichtung ein elektronischer Regler vorgesehen ist, über den jeder Motor (M1 bis M4) winkelsynchron so regelbar ist, daß zur Änderung der Rüttelfrequenz die Drehzahl der Unwuchtwellen (W1 bis W4) und zur Änderung der Winkellage der Unwuchtkörper (U1 bis U4) zueinander die Drehzahl zumindest der einen der beiden einander zugeordneten Unwuchtwellen (W1 bis W4) kurzzeitig veränderbar ist.
2. Rüttelvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß vier Unwuchtwellen (W1 bis W4) in dem Rütteltisch (1) angeordnet sind.
3. Rüttelvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Unwuchtkörper (U1 bis U4) einander zugeordneter Unwuchtwellen (W1 bis W4) eine Winkellage von  $180^\circ$  zueinander aufweisen, und daß über den einen der beiden einander zugeordnete Unwuchtwellen (W1 bis W4) antreibenden Motoren (M1 bis M4) die eine Unwuchtwellen kurzzeitig mit verringerter Drehzahl und nach Erreichen der von  $180^\circ$  abweichenden gewünschten neuen Winkellage wieder mit einer Drehzahl angetrieben ist, die derjenigen des die zugeordnete Unwuchtwellen antreibenden Motors entspricht.
4. Rüttelvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Regelung der Motoren (M1 bis M4) über Motorregelkreise (K1 bis K4) und einen den Motorregelkreisen übergeordneten Rotorlagereger (2) erfolgt.
5. Rüttelvorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß jedem Motor (M1 bis M4) ein mechanisch gekoppelter Resolver (R1 bis R4) und als Bestandteil des Motorregelkreises (K1 bis K4) ein Antriebsumrichter (A1 bis A4) zugeordnet sind, der in Abhängigkeit von Ausgangssignalen ( $\sin\omega t$ ;  $\cos\omega t$ ) aus dem Resolver (R1 bis R4) und Sollwertsignalen aus dem Rotorlagereger (2) über die Betriebsfrequenz (f) die Drehzahl des Motors (M1 bis M4) verändert.
6. Rüttelvorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß dem Rotorlagereger (2) aus den Motorregelkreisen (K1 bis K4) Istwerte der Rotorlagen der Motoren (M1 bis M4) und Betriebsparameter zugeführt werden.
7. Rüttelvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß einer der Motoren (M1) als Leitantrieb, die übrigen Motoren (M2 bis M4) als Folgeantriebe vorgesehen sind.
8. Rüttelvorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß für den Leitantrieb in Abhängigkeit von der gewählten Drehzahl eine feste Sollwertvorgabe vorgesehen ist und der Sollwert für die Folgeantriebe über einen PI-Stellalgorithmus aus deren Abweichung von der Sollage errechnet wird.

Fig.1

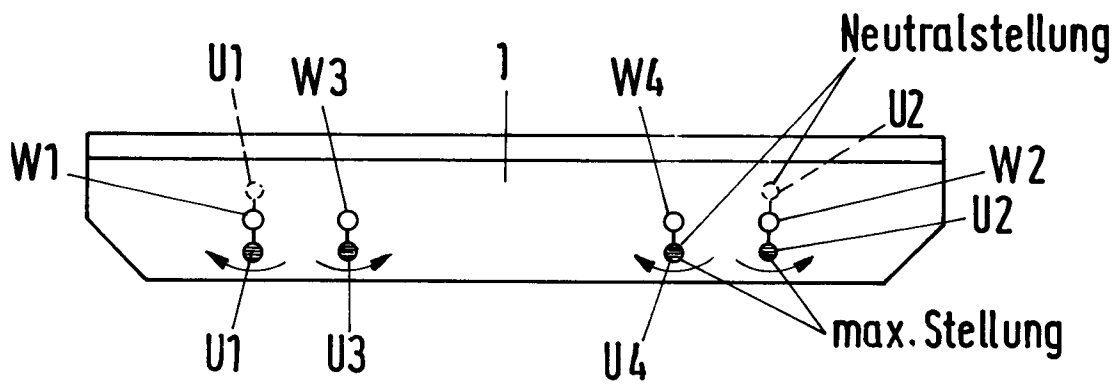
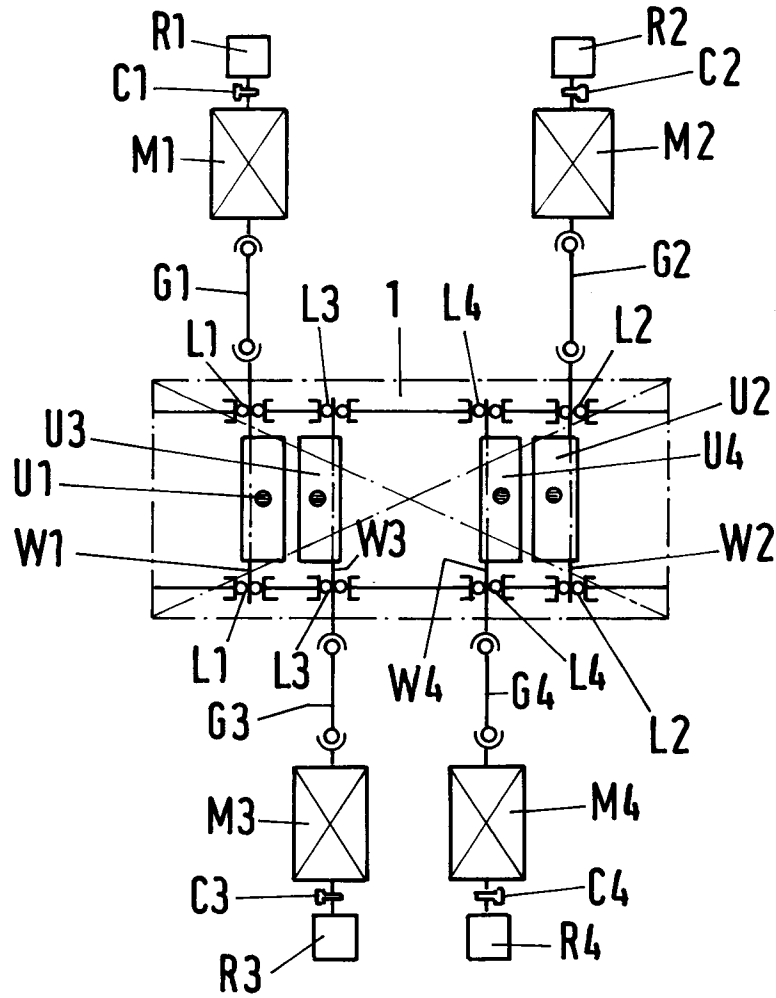


Fig.2

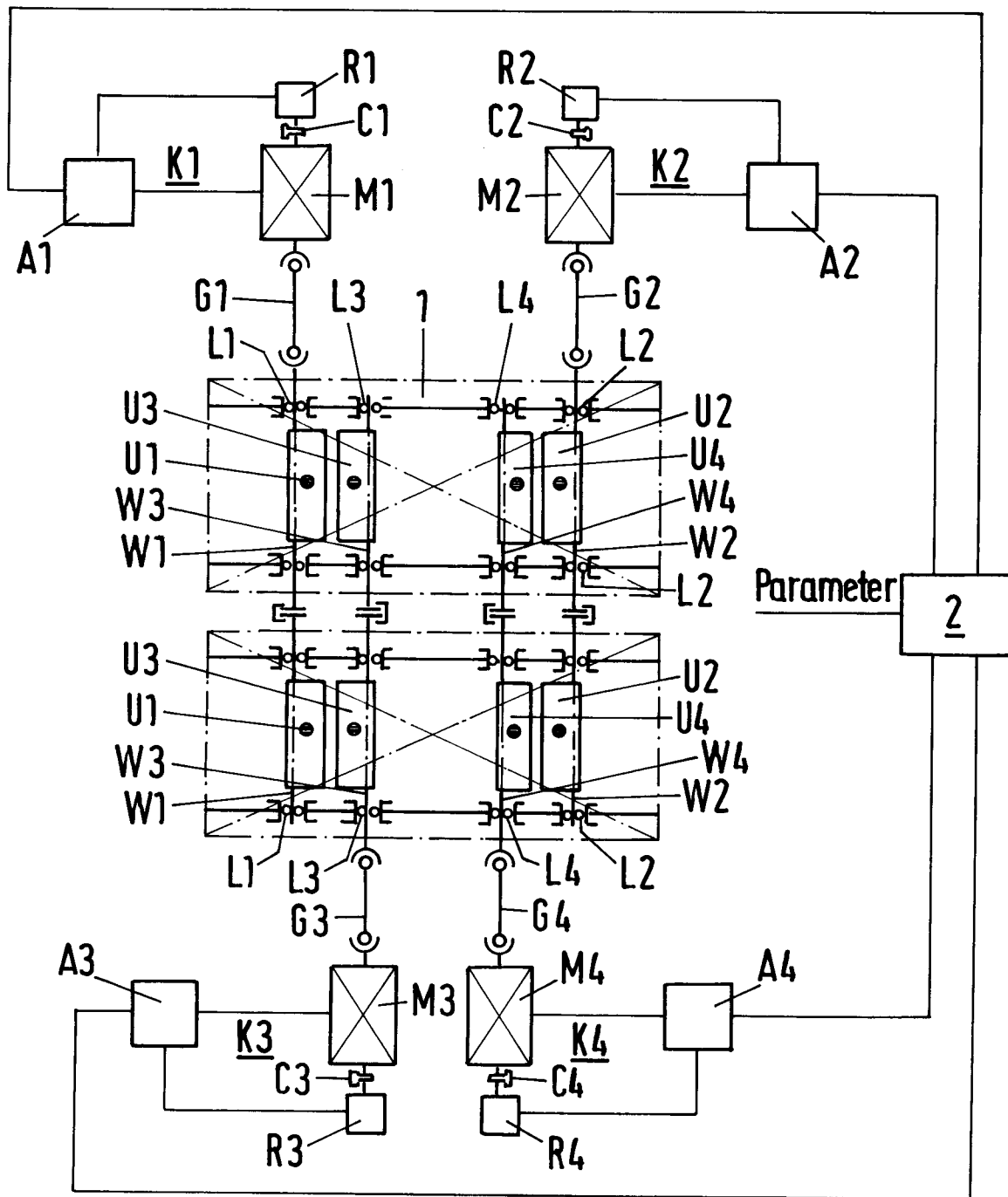


Fig.3

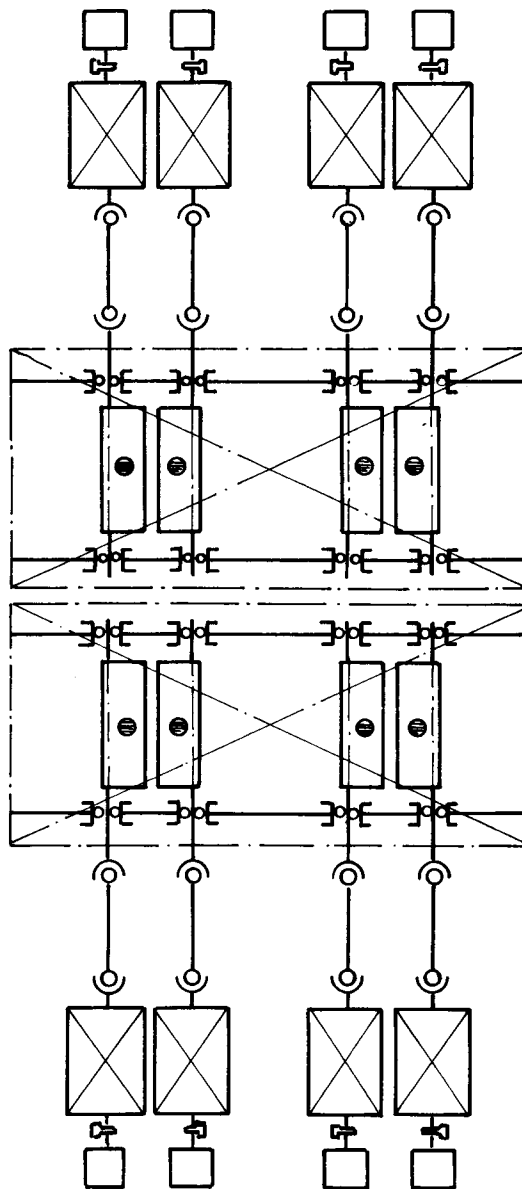


Fig.4

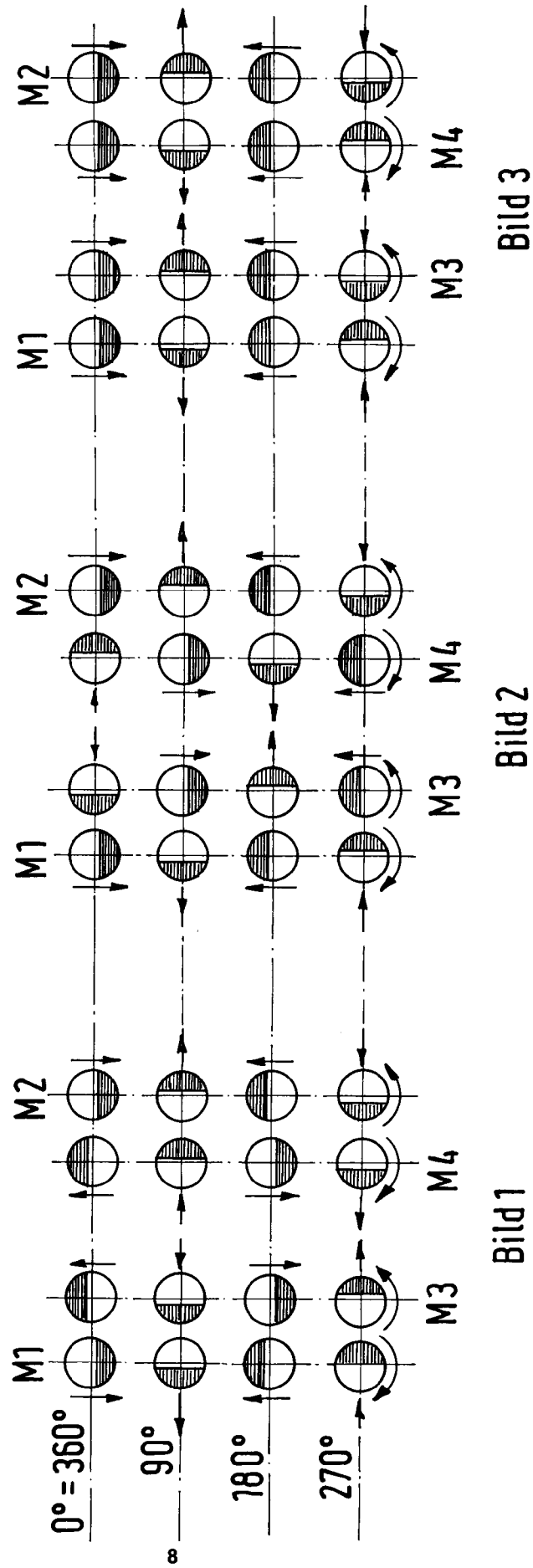
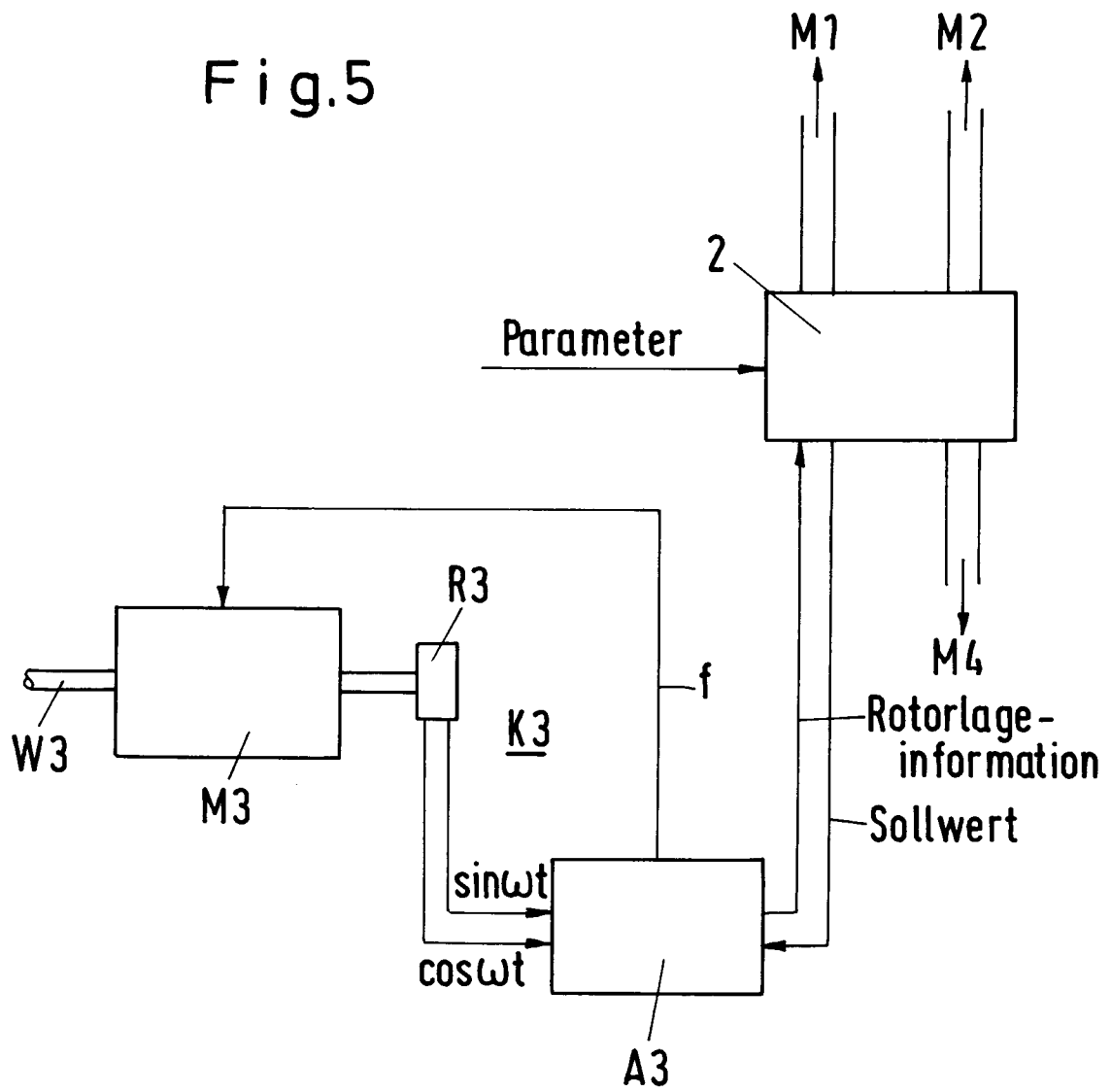




Fig.5





Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 92 71 0013

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
X	DE-A-1 558 839 (JORDAN et al)	1, 3, 7	B06B1/16
Y	---	2, 4, 6	
Y	DE-C-972 488 (SCHENCK)	2	
A	* Ansprüche 1, 6-9; Abbildungen *	4	
Y	EP-A-0 092 014 (LOSENHAUSEN) * Zusammenfassung; Abbildung 1 *	4, 6	
A	EP-A-0 337 040 (ALSTHOM) -----		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			<b>RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)</b>  B06B B28B
<b>Recherchenort</b> DEN HAAG		<b>Abschlußdatum der Recherche</b> 28 AUGUST 1992	
<b>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</b> X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		<b>Prüfer</b> KUHN E. F. E.	
<b>Legende:</b> T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM 1503 01.92 (P0403)